

L'origine des atomes et des molécules

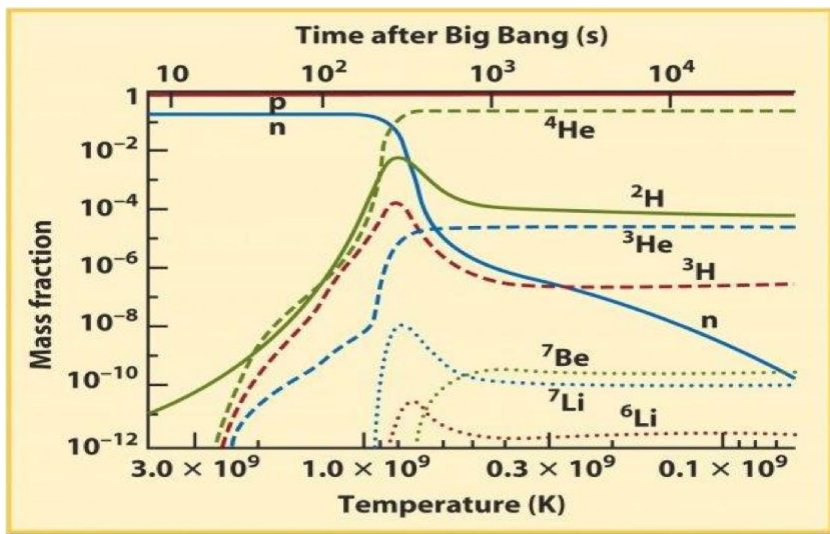
Faculté des Sciences – Département de chimie
Cassandra Arico - Luc JACOBS – Linda Karim – Nicolas Maira

Notre stand parle de l'origine des atomes et des molécules. Nous présentons également une propriété importante de certaines molécules, la chiralité, et évoquons l'homochiralité du monde.

La nucléosynthèse primordiale

La nucléosynthèse primordiale est l'un des phénomènes physiques à l'origine des premiers atomes dans l'univers. Il s'agit de la formation de noyaux par l'association de neutrons et de protons libres. Ce phénomène a eu lieu peu de temps après le Big Bang, lorsque la température avoisinait encore les 10^9 K.

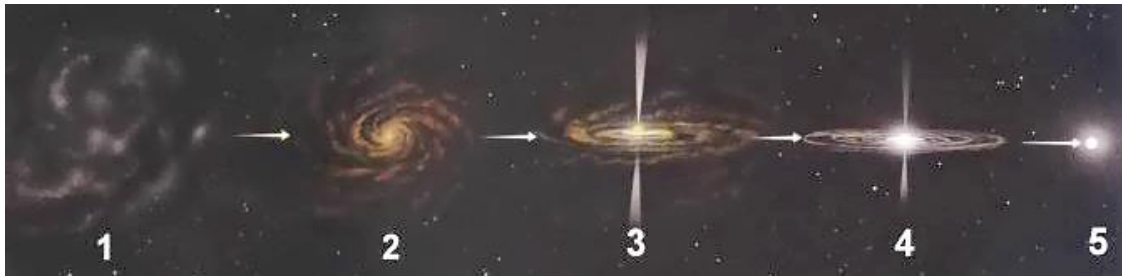
La nucléosynthèse primordiale a formé de l'Hydrogène, de l'Hélium-3 (3 car 2 protons et 1 neutron), de l'Hélium-4 (avec 3 fois plus d'Hydrogène que d'Hélium), du Lithium-7, du Beryllium-7 et du Deutérium en plus petite quantité. Il a fallu attendre l'apparition des premières étoiles pour observer la formation d'éléments plus lourds.



L'accrétion et la formation des étoiles

Entre cette période et la formation des étoiles, il y a l'accrétion (effondrement des nuages atomiques sous l'action de la gravitation). Durant cette période, des molécules simples se forment, comme HeH⁺, par association radiative et émission d'un photon après collision. Ces molécules n'existent plus maintenant.

Grâce à la formation de ces molécules, il y a plus de masse disponible pour l'accrétion du disque solaire et la formation des premières étoiles.



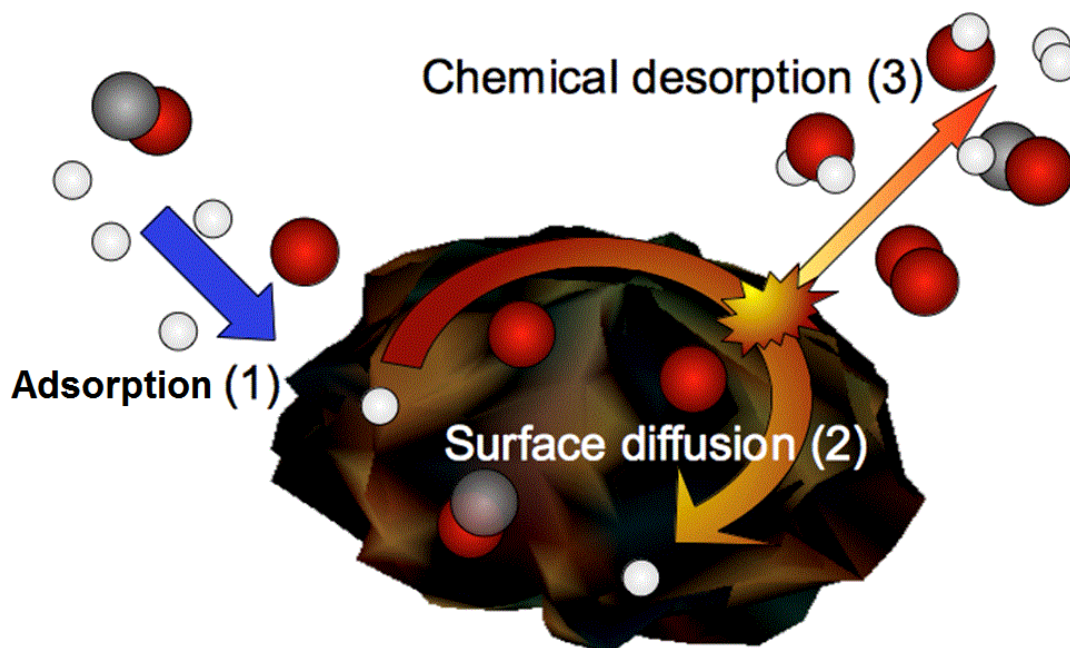
La nucléosynthèse stellaire

Dans les noyaux stellaires, la fusion de l'Hydrogène a pour effet d'augmenter la température, permettant la formation de carbone et d'oxygène. La taille de l'étoile va influencer la nature des éléments formés: une étoile de la taille de notre soleil ne pourra former que du Carbone et de l'Oxygène alors qu'une étoile dix fois plus grande pourra former du Fer. Il faut ajouter que le Fer est l'élément le plus lourd pouvant être créé par les étoiles. Ce processus est appelé nucléosynthèse stellaire.

La formation des molécules

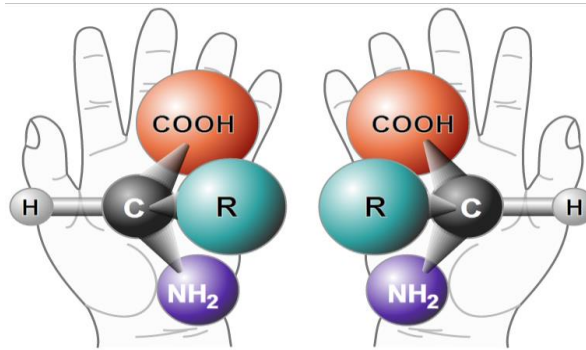
Ce sont les supernovæ qui permettent de créer des éléments encore plus lourds. Les neutrons sont les constituants majeurs de ce type d'étoile et c'est la capture rapide de ces neutrons par du ^{56}Fe qui permet de créer les éléments jusqu'à l'Uranium ^{238}U et au-delà.

L'espace est composé de 2 types de nuages interstellaires: les nuages diffus (faible densité et température élevée) et les nuages sombres (denses, froids et opaques). C'est au sein de ce deuxième type de nuage que les molécules sont apparues. En effet, on y trouve des grains de poussière qui servent de catalyseur pour la formation des molécules. Le processus se déroule en 3 phases: l'adsorption des atomes, la rencontre des atomes suivie de la formation des molécules et enfin la libération de la molécule formée. Des molécules telles que OH, CO, H₂O ou encore NH₃, et également des molécules plus grosses ont pu être créées grâce à ce procédé.



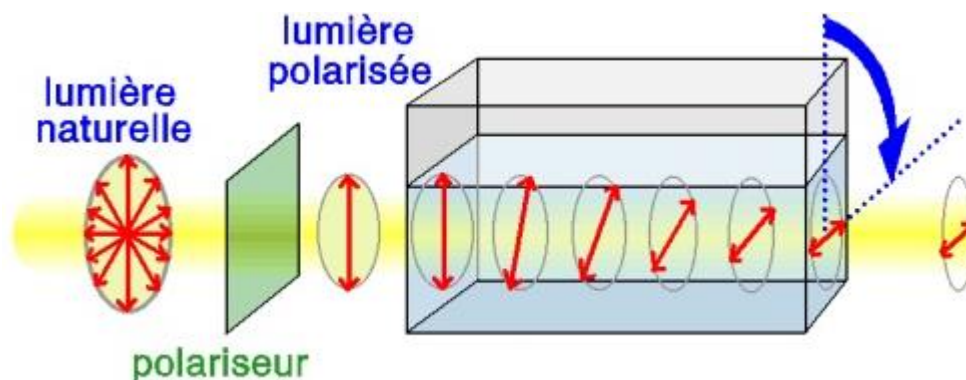
La chiralité

Nous allons à présent vous parler d'une propriété importante pour la vie : l'homochiralité des molécules du vivant. Une molécule chirale est une molécule qui ne peut être superposée et ce d'aucune façon, à son image dans un miroir. Plus généralement, une molécule est dite chirale si et seulement si elle ne possède pas d'axe de symétrie impropre S_n , comme un plan (S_1) ou un centre de symétrie (S_2).



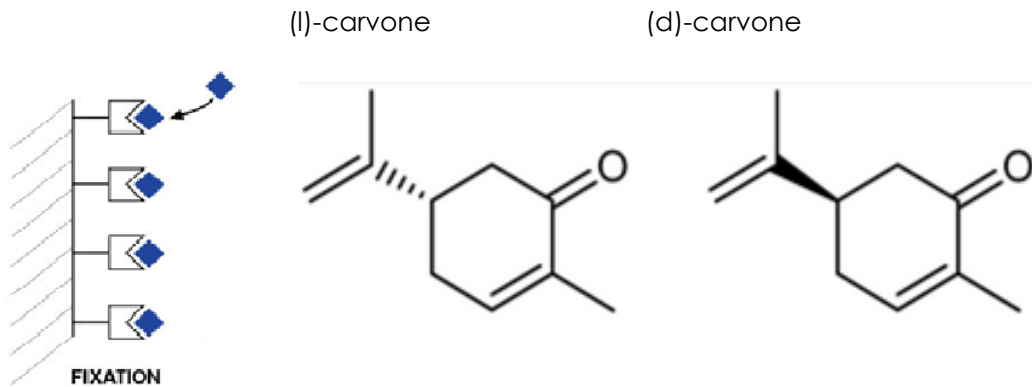
Les molécules chirales existent sous deux formes appelées « énantiomères », qui auront les mêmes propriétés physico-chimiques dans un milieu achiral.

Un des moyens de différenciation des énantiomères est leur capacité à dévier le plan de polarisation d'une lumière polarisée plane. L'énantiomère dit lévogyre (-) va dévier le plan de polarisation vers la gauche, alors que l'énantiomère dit dextrogyre (+) le déviara vers la droite.



Le monde vivant est homochiral. En effet les acides aminés chiraux qui composent les protéines sont tous de la même configuration (dite L) et le ribose, sucre des acides nucléiques (ADN et ARN) est également présent dans ces macromolécules que dans une seule configuration (dite D). Nous savons toutefois que la synthèse de ces molécules mène, dans un environnement achiral, à un mélange racémique, c'est-à-dire aux deux énantiomères en proportion identique. L'origine de cette homochiralité n'est pas encore expliquée mais les hypothèses tendent à dire qu'elles sont de source extraterrestre, la conséquence d'une photolyse préférentielle d'un des énantiomères par rayonnement polarisé circulairement. L'homochiralité est liée à l'origine de la vie.

Les récepteurs biologiques chiraux interagissent différemment avec deux énantiomères. Ainsi, la carvone qui est chirale et peut exister sous ses deux formes énantiomères ont des odeurs différentes : la l-carvone sent la menthe, tandis que la d-carvone sent le cumin.



Notre expérience consiste à illustrer la chiralité. Comme mentionné précédemment, les molécules chirales ont la propriété de pouvoir dévier le plan de polarisation d'une source lumineuse polarisée, dans l'une ou l'autre direction, selon si elles sont lévogyres ou dextrogyres. Cet effet peut engendrer un changement de couleur pour l'observateur.

Comme source de lumière polarisée nous utilisons un écran LCD. Les cristaux de NaClO_3 (chlorate de sodium) sont chiraux et peuvent exister sous deux formes énantiomorphes chacune déviant le plan de la lumière polarisée d'un certain angle α , mais dans la direction opposée.

Les cristaux sont déposés sur l'écran et on peut facilement identifier les deux énantiomorphes par leur couleur différente.